

Державний вищий навчальний заклад
«Донецький національний технічний університет»
Кафедра електронної техніки



Перший проректор

Леонід БАЧУРІН

2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВБ 1.3 Методи математичного моделювання вимірювальних систем

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти: перший бакалаврський

Спеціальність 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Освітня програма Комп'ютерні інформаційно-вимірювальні технології

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни Методи математичного моделювання вимірювальних систем.

(повна назва дисципліни)

для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

« 31 » 08 2021 року. – 7 с.

Розробники: д.т.н., проф., зав. каф. електронної техніки Олександр БОВНА



Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електронної техніки.

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «31» серпня 2021 р.

Завідувач кафедрою електронної техніки



(підпис)

Олександр БОВНА

(прізвище та ініціали)

« 31 » 08 2021 р

Схвалено науково-методичною комісією з галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування

(шифр, назва)

Протокол № 1 від. «31» 08 2021 р.

Голова



(підпис)

Олександр БОВНА

(прізвище та ініціали)

« 31 » 08 2021 р.

1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Вільного вибору студента	
Обсяг в кредитах ЄКТС	6	
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	180	
лекції:	32	
практичні заняття:	32	
лабораторні заняття:	–	
семінари:	–	
самостійна робота:	116	
Форма підсумкового контролю	Екзамен	
Дисципліну викладають	<p>д.т.н., проф., зав. каф. електронної техніки Вовна Олександр Володимирович: https://donntu.edu.ua/kitaer/et https://wiki.donntu.edu.ua/view/ Вовна Олександр Володимирович oleksandr.vovna@donntu.edu.ua</p> <p>ас. каф. електронної техніки Лактіонова Ганна Анатоліївна https://donntu.edu.ua/kitaer/et https://wiki.donntu.edu.ua/view/ Лактіонова Ганна Анатоліївна hanna.laktionova@donntu.edu.ua</p>	

Передумови для вивчення дисципліни:

Перелік дисциплін, які мають бути вивчені раніше:

- Вища математика. Ч. 1;
- Вища математика. Ч. 2;
- Вища математика. Ч. 3;
- Фізика. Ч. 1;
- Фізика. Ч. 2;
- Теорія електричних кіл;
- Електроніка;
- Метрологія та вимірювальна техніка.

Перелік раніше здобутих результатів навчання:

- вміти використовувати інформаційні технології при розробці програмного забезпечення для опрацювання вимірювальної інформації;
- вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки;
- вміти організовувати та проводити вимірювання, технічний контроль і випробування;
- розуміти застосовуванні методики та методи аналізу, проектування і дослідження, а також обмежень їх використання;
- знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів.

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни є освоєння основних понять на набуття навичок розробки моделей для електронних схем, а також вивчення теоретичних основ та практичних алгоритмів, що застосовуються під час розробки та проектування електронних пристроїв і систем. Курс створює фундаментальну базу для вивчення наступних розділів загально технічних та спеціальних дисциплін.

Фахові компетентності:

- здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань;
- здатність розробляти нормативну та методичну базу для забезпечування якості та технічного регулювання та розробляти науково-технічні засади систем управління якістю та сертифікаційних випробувань.

Програмні результати навчання:

- знати і розуміти основні поняття метрології, теорії вимірювань, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасні методи обробки та оцінювання точності вимірювального експерименту;
- знати та вміти застосовувати сучасні інформаційні технології для вирішення задач в сфері метрології та інформаційно-вимірювальної техніки.

3. Очікувані результати навчання

Знання:

- принципи структурної побудови вимірювальних систем;
- загальносистемні технічні, економічні та інформаційні показники вимірювальних систем;
- методи математичної обробки показників;
- визначення найкращих варіантів як структурних компонентів, так і у цілому систем.

Уміння:

- раціонально вибирати структуру побудови вимірювальних систем на засадах оцінки їх ефективності;
- використовувати математичний апарат обробки показників;
- формулювати завдання на розробку вимірювальних систем.

4. Засоби діагностики результатів навчання

Під час вивчення дисципліни «Методи математичного моделювання вимірювальних систем» використовуються наступні засоби діагностики результатів навчання:

- екзамени;
- стандартизовані тести;
- завдання на лабораторному обладнанні;
- практичні завдання;
- індивідуальні завдання.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Поточний контроль для денної форми								Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
ПР 1	ПР 2	ПР 3	ПР 4	ПР 5	ПР 6	ПР 7	ІНДЗ			
4	4	4	4	4	4	4	12	40	60	100

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамєну, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамєну, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6. Програма навчальної дисципліни

6.1. Основні теми дисципліни

Тема 1. *Схемотехнічне моделювання вимірювальних схем.* 1.1. Рівні, об'єкти та завдання моделювання. 1.2. Класифікація параметрів вимірювальних схем. 1.3. Класифікація математичних моделей. 1.4. Комп'ютерні програми моделювання вимірювальних систем.

Тема 2. *Алгоритми аналізу схем у комп'ютерних програмах.* 2.1. Одноваріантний аналіз схем. 2.2. Моделювання за постійним струмом. 2.3. Моделювання в часовій області. 2.4. Моделювання в частотній області. 2.5. Спектральний аналіз. 2.6. Багатоваріантний аналіз. 2.7. Аналіз чутливості. 2.8. Метод статистичних випробувань. 2.9. Метод найгіршого випадку.

Тема 3. *Види моделей базових елементів електронних схем.* 3.1. Базовий набір елементів моделей: резистивний, ємнісний та індуктивний елементи. 3.2. Повні моделі пасивних компонентів. 3.3. Моделі джерел живлення. 3.4. Моделі трансформатору.

Тема 4. *Моделі активних елементів електронних схем.* 4.1. Фундаментальна система рівнянь напівпровідника. 4.2. Моделювання напівпровідникових діодів та стабілітронів. Моделі випрямляючих, імпульсних та універсальних діодів. Модель стабілітрону. 4.3. Моделювання біполярного транзистору. Інжекційна модель Еберса-Молла біполярного транзистора. Модель переносу Еберса-Молла біполярного транзистора. Передавальна модель Логана. Модель Гуммеля-Пуна для біполярного транзистора. Малосигнальна модель транзистора. SPICE-модель біполярного транзистора. Визначення статичних параметрів моделі біполярного транзистора. 4.4. Моделювання тиристорів. 4.5. Моделювання польового транзистора. Моделі польових транзисторів зі керуючим р-n-переходом. Малосигнальна модель польового транзистора. SPICE-модель польового транзистора. Моделювання потужних високовольтних польових транзисторів. Визначення параметрів моделей польового транзистору. 4.6. Моделювання МДН-транзистора.

Тема 5. *Макромодель IGBT транзистору.* 5.1. Фізико-топологічна макромодель IGBT транзистора. 5.2. Електрична модель IGBT транзистора. 5.3. Визначення параметрів моделі IGBT транзистора.

Тема 6. *Макромодель операційного підсилювача постійного струму.* 6.1. Параметри та характеристики операційних підсилювачів. 6.2. Математична макромодель операційного підсилювача. 6.3. Лінійна динамічна n-полюсна макромодель ОП. 6.4. Нелінійна малосигнальна динамічна макромодель ОП. 6.5. Визначення параметрів макромоделі ОП відповідно до технічних умов. 6.6. Математичне моделювання типових схем включення ОП.

Тема 7. *Математичні методи та моделі визначення чутливості.* 7.1. Загальні поняття та визначення. 7.2. Багатопараметрична чутливість. 7.3. Методи розрахунку чутливості.

6.2. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
1	Тема 2. Дослідження електричних кіл постійного та змінного струму	6	
2	Тема 3. Дослідження моделей резисторів, конденсаторів та індуктивних елементів	4	
3	Тема 4. Дослідження моделі діода та його ВАХ	6	
4	Тема 4. Дослідження моделей схем випрямлячів та згладжуючих фільтрів	4	
5	Тема 4. Дослідження моделі біполярного транзистора	4	
6	Тема 4. Дослідження моделі польового транзистора	4	
7	Тема 6. Дослідження моделей масштабуючих перетворювачів	4	
.	Усього годин	32	

6.3. Теми лабораторних занять

Не передбачені відповідним навчальним планом.

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
1	Тема 1. 1.3. Класифікація математичних моделей. 1.4. Комп'ютерні програми моделювання вимірювальних систем.	16	
2	Тема 2. 2.5. Спектральний аналіз. 2.6. Багатоваріантний аналіз. 2.7. Аналіз чутливості. 2.8. Метод статистичних випробувань. 2.9. Метод найгіршого випадку.	16	
3	Тема 3. 3.2. Повні моделі пасивних компонентів. 3.4. Моделі трансформатору.	12	
4	Тема 4. 4.1. Фундаментальна система рівнянь напівпровідника. 4.3. Моделювання біполярного транзистору. Модель переносу Еберса-Молла біполярного транзистора. Передавальна модель Логана. Модель Гуммеля-Пуна для біполярного транзистора. Малосигнальна модель транзистора. SPICE-модель біполярного транзистора. 4.4. Моделювання тиристорів. 4.5. Моделювання польового транзистора. SPICE-модель польового транзистора. Моделювання потужних високовольтних польових транзисторів. Визначення параметрів моделей польового транзистору. 4.6. Моделювання МДН-транзистора.	25	
5	Тема 5. 5.1. Фізико-топологічна макромодель IGBT транзистора. 5.3. Визначення параметрів моделі IGBT транзистора.	14	
6	Тема 6. 6.3. Лінійна динамічна n-полосна макромодель ОП. 6.4. Нелінійна малосигнальна динамічна макромодель ОП. 6.5. Визначення параметрів	14	

	макромоделі ОП відповідно до технічних умов.6.6. Математичне моделювання типових схем включення ОП.		
7	Тема 7. 7.2. Багатопараметрична чутливість. 7.3. Методи розрахунку чутливості.	10	
8	Розрахунково-графічна робота «Розробка математичної моделі вимірювального каналу температури»	9	
	Усього годин	116	

6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Навчальним планом передбачено виконання індивідуального завдання, яке представляє виконання розрахунково-графічної роботи на тему «Розробка математичної моделі вимірювального каналу температури» за індивідуальним варіантом для кожного здобувача вищої освіти.

7. Література

7.1. Основна

1. Моделювання в електроніці: підручник / А.В. Переверзєв, В.І. Бойко, А.А. Зорі, та ін. – 2-ге вид., переробл. і доповн. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2012. – 352 с.
2. Моделювання в електроніці : навчальний посібник / К.В. Огородник, Б.П. Книш, П.М. Ратушний, О.О. Лазарєв. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 116 с.

7.2. Допоміжна

1. Разевиг, В.Д. Система схемотехнического моделирования Micro-Cap V /В.Д. Разевиг. – М.: Солон, 1997. – 273 с.
2. Карлашук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC / В.И. Карлашук. – М.: Солон – Р., 1999. – 506 с.
3. Гусев, В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: учеб. для вузов / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – 4-е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2006. – 799 с.
4. Основи технічної електроніки: підручник в 2 т. Т. 2. Схемотехніка / В.І. Бойко, В.Я. Жуйков, А.А. Зорі, В.М. Співак, Т.О. Терещенко. – К.: Вища шк., 2007 – 512 с.
5. Хоровиц, П. Искусство схемотехники: монография / П. Хоровиц, У. Хилл; пер. с англ. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: БИНОМ, 2009. – 704 с.

7.3. Методична

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін: «Методи комп'ютеризованого аналізу інформаційно-вимірювальних систем», «Методи математичного та імітаційного моделювання електронних схем» (для студентів денної та заочної форм навчання всіх спеціальностей) / Укл. О.А. Штепа, Г.А. Лактіонова, В.А. Лебедев. – Покровськ: ДонНТУ, 2019. – 72 с. Назва в електронному каталозі ДонНТУ – M687. <http://89.185.3.253:9080/search.php>

8. Інформаційні ресурси

1. IR [Електронний ресурс]: International Rectifier. – Режим доступу: <http://www.irf.com>. – Назва з титул. екрана.
2. Maxim Integrated Products [Електронний ресурс]: Maxim Integrated Products. – Режим доступу: <https://www.maximintegrated.com/en.html>. – Назва з титул. екрана.
3. Google Академія [Електронний ресурс]: Google Scholar. – Режим доступу: <https://scholar.google.com.ua/>. – Назва з титул. екрана.
5. Електронний каталог ДонНТУ [Електронний ресурс]: Electronic catalog DonNTU. – Режим доступу: <http://89.185.3.253:9080/index.php>. – Назва з титул. екрана.